Modélisation COQUE_3D

Résumé :

La modélisation COQUE_3D présentée ici correspond à une formulation de cinématique générale de coques et plaques, de type Naghdi-Reissner, où les contraintes généralisées sont obtenues à partir des lois de comportement tridimensionnel des matériaux constitutifs [R3.07.04]. Contrairement aux modélisations DKT-DST, Q4G correspondant aux formulations d'éléments de plaque développés par J.L. BATOZ [bib1] qui utilisent des éléments finis plans, la modélisation COQUE_3D permet d'effectuer des calculs de structures coques de formes quelconques, avec une bonne approximation de la géométrie. En outre cette modélisation est capable de représenter les grandes rotations des structures [R3.07.05] sous l'hypothèse de petites déformations.

Les degrés de liberté sont les déplacements et les rotations, pris aux nœuds des éléments.

Le comportement non linéaire est discrétisé par des polynômes $P2$, ce qui permet un calcul précis des contraintes.

Elle est utilisable pour des problèmes de structures coques tridimensionnelles en analyse mécanique linéaire et non linéaire.

Cette formulation existe aussi pour des problèmes de tranches, ou de révolution. Elle repose sur des éléments 1D : (voir [U3.12.02]).

Les calculs thermomécaniques sont chaînés à partir des éléments finis de coques thermiques (voir [U3.22.01]).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Discrétisation

1.1 Degrés de libertés

Pour la modélisation coque en tridimensionnel les degrés de liberté de discrétisation sont, en chaque nœud de la maille support les six composantes de déplacement (trois translations et trois rotations) aux nœuds sommets et milieux des côtés de la maille support. Au nœud central de la maille support les degrés de liberté sont réduits aux seules rotations. Ces nœuds appartiennent au feuillet moyen de la coque.

Modélisation	Degrés de liberté (à chaque nœud)
COQUE_3D	DX DY DZ DRX DRY DRZ DRX DRY DRZ seulement au nœud central

1.2 Maille support des matrices de rigidité, de masse ...

Les mailles support des éléments finis, en formulation déplacement, peuvent être des triangles à 7 nœuds ou des quadrangles à 9 nœuds. Ces mailles ne sont pas supposées planes ; elles sont créées à partir de maillages en TRIA6 et QUAD8 par la commande CREA_MAILLAGE (voir [U4.23.02]).

Modélisation	Maille	Élément fini
COQUE_3D	TRIA7	MEC3TR7H
	QUAD9	MEC3QU9H

1.3 Maille support des chargements

Tous les chargements applicables aux facettes des éléments de coque sont traités par discrétisation directe sur la maille support de l'élément en formulation déplacement.

Aucune maille support de chargement n'est donc nécessaire pour les faces des éléments de coque.

Pour les chargements applicables sur les bords des éléments de coque, une maille support de type SEG3 est utilisable :

Modélisation	Maille	Élément fini
COQUE_3D	SEG3	MEBOCQ3

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Affectation des caractéristiques

Pour ces éléments de structures 2D 1/2 , il est nécessaire d'affecter des caractéristiques géométriques qui sont complémentaires aux données de maillage. La définition de ces données est effectuée avec la commande AFFE_CARA_ELEM associé au mot clé facteur suivant :

- COQUE
  Permet de définir et d'affecter sur les mailles, l'épaisseur, le coefficient de cisaillement, l'excentrement, ...

3 Chargements supportés

Les chargements mécaniques disponibles sont les suivants :

- 'FORCE_ARETE'
  Permet d'appliquer des forces linéiques, à une arête d'élément volumique.
- 'FORCE_COQUE'
  Permet d'appliquer des efforts surfaciques.
- 'PESANTEUR'
  Permet d'appliquer un chargement de type pesanteur.
- 'PRES_REP'
  Permet d'appliquer une pression à un domaine de milieu continu.
- 'ROTATION'
  Permet de définir la vitesse de rotation et le vecteur de rotation.

L'application d'un chargement de dilatation thermique est effectué en définissant le mot clé facteur AFFE_VARC sous AFFE_MATERIAU [U4.43.03].

4 Possibilités non-linéaires

4.1 Loi de comportements

Toutes les relations en contraintes planes, utilisables sous COMPORTEMENT dans STAT_NON_LINE, et DYNA_NON_LINE sont disponibles (*cf.* [U4.51.11]).

4.2 Déformations

Les déformations disponibles, utilisées dans les relations de comportement sous le mot clé DEFORMATION pour les opérateurs STAT_NON_LINE et DYNA_NON_LINE sont (Cf. [U4.51.11]) :

/ 'PETIT'

Les déformations utilisées pour la relation de comportement sont les déformations linéarisées.

/ 'PETIT_REAC'
Les incréments de déformations utilisées dans la relation de comportement incrémentale sont les déformations linéarisées de l'incrément de déplacement dans la géométrie réactualisée.

/ 'GROT_GDEP'

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Permet de réaliser des calculs en grands déplacements et en grandes rotations. Les déformations utilisées dans la relation de comportement sont les déformations de GREEN-LAGRANGE.

Remarque :

1) *Attention, le calcul des déformations à l'aide de 'PETIT_REAC' n'est qu'une approximation des hypothèses des grands déplacements. Elle nécessite d'effectuer de très petits incréments de chargement. Pour prendre en compte correctement les grands déplacements, et surtout les grandes rotations, il est recommandé d'utiliser DEFORMATION='GROT_GDEP'.*
2) *Il est possible en utilisant sous le mot clé facteur EXCIT (TYPE_CHARGE='SUIV') de prendre en compte une pression suiveuse.*

5 Exemples de mise en œuvre : cas-tests

- Statique linéaire
  SSLP304C [V3.02.304] : Analyse d'une plaque carrée orthotrope soumise à une traction uniaxiale hors des axes d'orthotropie

- Statique non-linéaire
  HPLA100C [V7.01.100] : Analyse thermoélastique d'un cylindre creux pesant en rotation uniforme.

- Dynamique linéaire
  SDLS01E [V2.03.01] : Calcul des fréquences et des modes associés de flexion d'une plaque carrée mince en libre-libre et encastrée sur un bord.

6 Bibliographie

[1] J.L. BATOZ, G. DHATT : Modélisation des structures par éléments finis. Vol.2 - poutres et plaques - HERMES, PARIS, 1990.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)